

# 自动化控制在天然气管道工程中的应用研究

马 啸 (中国石油工程建设有限公司华北分公司, 河北 任丘 062552)

**摘要:** 天然气作为清洁能源在能源结构中占据重要地位, 其输送管道工程的安全、高效运行对于保障国家能源安全和实现能源可持续发展具有重要意义。随着科技的不断进步, 自动化控制在天然气管道工程中的应用已经成为推动管道运行管理和安全保障的重要手段。基于此, 以下对自动化控制在天然气管道工程中的应用进行了探讨, 以供参考。

**关键词:** 自动化控制技术; 天然气管道工程; 应用研究

## 0 引言

天然气管道工程在长期运行过程中, 面临多种复杂问题。而自动化控制技术作为一种高效、智能的管道运行管理手段, 通过实时监测、智能诊断等功能, 有望提高管道系统的安全性和可靠性, 并为管道运行管理带来全新的思路和方法。

## 1 我国天然气输送管道的特点

我国天然气输送管道具有以下特点: 覆盖范围广泛, 国内的天然气输送管道覆盖范围非常广泛, 几乎覆盖了全国各个地区。这使得天然气能够输送到不同的城市和地区, 满足人们的生活生产需求。管道网络发达, 我国的天然气输送管道网络发达, 形成了复杂的输气网络。这些网络包括主干管道、支线管道和城市燃气管道等, 以确保天然气的供应和需求能够得到平衡。输送能力强大, 我国的天然气输送管道具有强大的输送能力。这些管道能够根据需求进行灵活的调度和控制, 确保天然气的供应稳定和充足。多元化供应, 我国的天然气输送管道不仅仅依赖于单一的产地或供应商, 而是通过多元化的供应方式来满足不同地区的需求, 这有助于保障天然气的供应安全和稳定性。高科技含量, 我国的天然气输送管道采用了高科技的输气技术, 如高压输气、液化气运输等。这些技术能够提高天然气的输送效率和安全性, 同时也为管道的运行和维护提供了便利。环保性能优良, 天然气作为一种清洁能源, 其输送管道的环保性能优良。与传统的燃料相比, 天然气能够减少对环境的污染和破坏, 有助于保护环境和生态平衡。

## 2 自动化控制在天然气管道工程中的重要性

自动化控制在天然气管道工程中扮演着至关重要的角色。随着天然气成为主要能源资源之一, 天然气管道工程的安全、高效运行变得尤为关键。自动化控制技术的引入, 不仅提高了管道运行的稳定性和

安全性, 而且大幅度增加了管道系统的智能化程度。自动化控制技术可以有效监测管道运行状态, 及时响应并处置异常情况。

通过各类传感器和监测装置, 自动化系统可以实时感知管道内外的温度、压力等参数, 一旦出现异常情况, 系统能够立即做出相应处理, 避免事故的发生。这种及时、精准的监测与控制, 显著提高了管道运行的安全性和可靠性。自动化控制技术可以优化管道系统的运行效率。自动化系统能够根据实时数据对管道内介质的流量、速度等进行精准调节, 以实现最佳的运行状态。

这样不仅提高了天然气输送的效率, 降低了运行成本, 也减少了能源资源的浪费, 符合可持续发展的理念。自动化控制技术的应用还带来了管道运维管理的便利。例如, 在管道巡检、维护保养等方面, 自动化系统可以自动采集、分析数据, 并辅助运维人员进行决策, 提高了管道的运行管理效率。

## 3 目前天然气管道自动化控制技术发展的现状

### 3.1 一些老旧的管道系统没有配备先进的自动化控制设备

天然气管道系统中存在大量老化和陈旧的设备, 这些设备在建设初期未考虑自动化控制技术的应用, 导致很多管道系统缺乏先进的自动化控制设备。这种问题直接影响了管道运行的智能化和安全性。缺乏先进的自动化控制设备意味着无法实现管道运行状态的实时监测和数据采集。这导致管道运行的重要参数难以及时获取, 使得管道运行状态无法实现全面、准确的监控, 加大了安全事故的风险。老旧的管道系统难以实现智能化运维管理, 例如远程控制、远程诊断等功能无法实现。这增加了对人工操作人员的依赖, 并且对管道的维护、排障等工作也带来了额外的人力和物力成本。

### 3.2 诊断和应急处理能力方面明显滞后

天然气管道自动化控制技术在诊断故障和应急处理方面存在滞后问题，这直接影响了管道系统的紧急事件处理和安全保障。诊断能力滞后会导致管道设备故障无法及时发现和解决，可能造成设备损坏或者事故发生。从而增加了维修成本，影响了管道系统的稳定运行。应急处理能力不足会增加事故发生后的处理难度和风险。如果自动化控制技术无法提供有效的应急处理机制，将会导致事故后果扩大，对环境和人身安全造成严重危害。滞后的诊断和应急处理能力也会造成管道系统的可靠性和安全性降低，甚至会对公共安全带来潜在风险。

### 3.3 自动化控制技术应用不足

自动化控制技术在天然气管道系统中的应用不足会造成诸多问题，直接影响管道系统的运行效率和安全性。自动化控制技术应用不足将导致信息采集和数据处理不完善，难以全面了解管道系统的运行状态，缺乏数据支持的决策将影响管道系统的运行和管理。缺乏自动化控制技术应用将加大对人工操作人员的依赖，增加了管理成本和人为错误的风险，同时也限制了管道系统的智能化水平和远程控制的有效性。自动化控制技术应用不足还会影响管道系统对外界环境变化的适应能力，无法及时做出调整与响应，可能导致管道系统的损耗增加以及设备寿命缩短。

## 4 自动化控制技术在天然气管道工程中的应用研究

### 4.1 天然气管道自动化检验技术

天然气管道的自动化检验技术是指利用先进的传感器、数据采集系统和自动化分析技术对天然气管道运行状态进行实时监测和分析评估的技术手段。这种技术可以通过监测管道的压力、温度、流量等参数，及时发现管道内部存在的问题，如泄漏、腐蚀等，并能够辅助运维人员对管道进行远程控制和维护。在应用方面，天然气管道自动化检验技术大大提升了管道运行的可靠性和安全性。通过实时监测管道各项参数，系统可以及时发现管道设备的异常情况，并实时产生报警信息，使运维人员可以快速做出响应。此外，自动化检验技术还能够对管道运行数据进行分析，预测管道设备的寿命和维护周期，降低了管道设备维护成本和人力投入。

### 4.2 自动化失效率计算技术

自动化失效率计算技术是指利用现代计算机技

术、数据分析技术对天然气管道设备的失效率进行精准计算和预测的技术手段。通过对管道设备的历史运行数据进行分析，结合先进的数学统计模型和计算算法，可以实现对管道设备未来失效概率的预测，为管道设备的预防性维护提供理论支持。应用此项技术可以帮助管道工程管理者 and 运维人员更加科学、有效地进行设备管理与维护。他们可以根据失效率计算结果，有针对性地制定维护计划和预算，最大限度地提高管道设备的利用率和稳定性。对于设备的寿命预测和维护周期的科学制定，也是为天然气管道工程的安全运行提供了坚实保障。

### 4.3 自动化风险评估等级划分

自动化风险评估等级划分技术是指通过对天然气管道工程中可能遇到的各种风险因素进行评估和等级划分的技术手段。这项技术可以对天然气管道遭遇的风险进行全面的分析和评估，从而使得针对不同等级风险采取相应的管控措施，以便做到风险可控。应用该技术，可以使管道工程管理者 and 相关部门快速了解到管道系统所面临的各种风险，有利于组织做好应对措施和资源调配。通过自动化风险评估等级划分技术的应用，天然气管道系统可以实现对各类风险的预警和管控，确保管道运营过程中人员和设备的安全，以及避免由于风险事件引发的不必要的经济损失和环境风险。

## 5 改善天然气管道自动化控制技术的措施

### 5.1 大规模应用 SCADA 系统

随着信息技术的迅速发展，SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, 监控与数据采集) 系统在天然气管道自动化控制领域扮演着至关重要的角色。大规模应用 SCADA 系统能够实现管道运行状态的实时监测、数据采集、远程操作和报警处理，为管道运营管理提供强有力的支持。SCADA 系统可以实现对管道系统各项运行参数的自动监控，如压力、温度、流量等，以及设备状态的实时把握。

这有利于运维人员全面了解管道运行情况，及时掌握异常情况，并可迅速进行响应处理，降低了事故发生的可能性。SCADA 系统还具备远程控制功能，可以通过远程终端实现对管道设备的操作调节，提高了管道系统的智能化水平。通过系统的远程监控、报警和应急处理功能，增强了管道系统对突发事件的应对能力，减少了事故损失。SCADA 系统可实现对管道运行数据的采集和存储，为管道设备运维和修复提供数

据支持。系统还能对历史数据进行分析,辅助管道设备的维护和运行优化。因此,大规模应用SCADA系统有望提高天然气管道系统的安全运行水平,减少事故风险,提升整个运输系统的智能化水平。

## 5.2 积极应用智能软件

在天然气管道自动化控制技术中,积极应用智能软件是提高管道运行效率和控制水平的关键措施。智能软件通过数据挖掘、人工智能等技术手段,能够对大量的管道运行数据进行分析和处理,帮助管道管理者更好地了解系统运行状态、预测设备寿命、优化管道布局,并提出运行改进建议。智能软件可以对大量的管道数据进行智能化分析,挖掘数据背后的规律,为管道运营决策提供科学依据。通过对数据的分析,智能软件可以帮助管道管理者及时识别管道问题和潜在风险,从而避免事故的发生。

智能软件还具备预测分析的功能,能够基于历史数据和模型预测天然气管道设备的寿命和维护周期,帮助管道管理者制定更加合理的维护计划和投入方案,降低了管道设备的维护成本并提高了设备的可用性。智能软件还能够通过优化算法对天然气管道网络进行合理优化,在不影响输送效率的前提下最大限度地减少系统的损耗。此外,智能软件还可以协助运维人员进行管道故障诊断与维修,提高了响应速度和准确性,保障了管道系统的稳定运行。积极应用智能软件有助于提高管道管理的科学化水平,降低管道运行风险,提升整体管理效益。

## 5.3 合理优化天然气输送干线

合理优化天然气输送干线是改善天然气管道自动化控制技术的重要措施。通过科学规划和优化设计,可以提高管道系统的输送效率,降低运行成本,减少安全隐患,为天然气输送提供更为可靠的保障。合理优化管道的设计布局可以减少系统的能量损失、减轻管道压力、改善流体动力学性能,提高输送效率。对于老旧管道系统,经过合理的改造和优化设计,可以使其适应新的运行需求,并减少系统的漏损和能耗。合理优化天然气管道的建设和运营管理模式,可以降低系统的运行成本,提高资源利用效率。通过科学的规划,可以避免重复投资和资源浪费,实现管道网络节约能源、降低排放,在输送干线上实现能量的最大化利用。合理的管道优化设计也可以提高系统对外界环境变化的适应能力,降低天然气输送过程中因温度、压力等因素引起的事故风险。

## 5.4 借鉴国外先进技术,大力研发新技术

通过积极引进和吸收国外先进技术,结合我国实际情况,加大自主研发力度,可以推动我国天然气管道行业迈向更高水平、更智能化的发展。在借鉴国外先进技术方面,我国可以通过引进国际领先的自动化控制技术、智能传感器、远程监测系统等,在技术上进行迅速补齐和提升。这有助于缩短我国与国外先进技术的差距,为天然气管道自动化控制技术的创新发展提供强有力的支持。通过大力研发新技术,可以针对我国天然气管道系统所面临的具体问题,深入开展关键技术攻关,推动自主创新和自主品牌化发展。例如,利用大数据技术、人工智能技术、物联网技术等进行天然气管道智能化设备研发,从而提高管道系统的安全性、减少运行成本、提高资源利用效率。还可以结合国内天然气管道的特点和需求,在管道材料、防腐技术、紧急应急处理技术等方面展开重点研发,推动关键技术创新,提高管道系统的可靠性和安全性。

## 6 结束语

天然气管道工程的安全可靠运行是国家经济发展和能源安全的基础保障,而自动化控制技术的应用将极大地提升管道运行管理效率、降低安全风险,这对于实现天然气资源的有效利用和能源供应的可持续性具有重要意义。本文通过对改善天然气管道自动化控制技术的几项措施研究,为该领域的研究和实践提供有益的参考和借鉴,为我国天然气管道工程的发展贡献基层科研人员的力量。

### 参考文献:

- [1] 武国兵.天然气管道输送自动化与自动化控制技术分析[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(08):170-172.
- [2] 万宇彪.长输天然气管道自动化现状及发展技术研究[J].石化技术,2022,29(09):70-72.
- [3] 温强.探析天然气管道输送自动化技术的应用[J].石化技术,2022,29(04):255-256.
- [4] 谭肖.天然气长输管道自动控制系统的[J].石油知识,2020(04):57.
- [5] 朱荣.关于天然气管道自动化控制技术探讨[J].石化技术,2020,26(07):292+294.
- [6] 蒋双彦,王志红.天然气管道输送自动化与工艺自动化控制技术发展探析[J].云南化工,2019,46(04):182-183.